

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電気光学装置、電気光学装置の駆動方法、電子機器、及び電子機器の駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 1画素内にエレクトロルミネッセンス素子と、液晶素子と、を含む電気光学装置。

【請求項2】 請求項1に記載の電気光学装置において、

スイッチング素子をさらに含むこと、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項3】 スwitching素子を含む層の上方に、エレクトロルミネッセンス素子を含む層及び液晶素子を含む層が配置されていること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項4】 請求項3に記載の電気光学装置において、

前記エレクトロルミネッセンス素子を含む層の上方に前記液晶素子を含む層が配置されていること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記スイッチング素子は前記エレクトロルミネッセンス素子及び前記液晶素子のうち少なくともいずれかを制御する機能を有すること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記液晶素子は反射型液晶素子としての機能を有すること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の電気光学装置において、

暗所では、少なくとも前記エレクトロルミネッセンス素子の輝度が制御され、明所では、少なくとも前記液晶素子の輝度が制御されること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記エレクトロルミネッセンス素子の一方の電極と、前記液晶表示素子の一方の電極と、が共用されていること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項 9】請求項 8 に記載の電気光学装置において、

前記エレクトロルミネッセンス素子の一方の電極と、前記液晶表示素子の反射板と、が共用されていること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項 10】請求項 2 乃至 5 のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記スイッチング素子はオン状態及びオフ状態のうちいずれかの状態に制御されること、  
を特徴とする電気光学装置。

【請求項 11】請求項 1 または 2 に記載の電気光学装置において、

前記画素は副画素を含み、前記副画素は、エレクトロルミネッセンス素子、液晶素子及びスイッチング素子を含むこと、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項 12】請求項 11 に記載の電気光学装置において、

前記スイッチング素子はオン状態及びオフ状態のうちいずれかの状態に制御されること、  
を特徴とする電気光学装置。

【請求項 13】請求項 12 に記載の電気光学装置において、

階調は、前記画素の平均輝度の関数として設定されていること、  
を特徴とする電気光学装置。

【請求項 14】請求項 1 または 2 に記載の電気光学装置において、

前記画素ごとにスタティックランダムアクセスメモリを備えること、  
を特徴とする電気光学装置。

【請求項 15】請求項 11 乃至 13 のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記副画素ごとに、スタティックランダムアクセスメモリを備えること、  
を特徴とする電気光学装置。

【請求項 16】請求項 14 または 15 に記載の電気光学装置において、

表示データの書き換え時に走査が行われること、  
を特徴とする電気光学装置。

【請求項 17】請求項 2 乃至 16 のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記スイッチング素子は薄膜トランジスタを含むこと、  
を特徴とする電気光学装置。

【請求項 18】請求項 17 に記載の電気光学装置において、

前記薄膜トランジスタには、摂氏 600 度以下の低温プロセスにより製造された多結晶シリコン薄膜トランジスタが用いられること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項 19】請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記エレクトロルミネッセンス素子の発光層は有機材料から構成されていること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項 20】請求項 1 乃至 19 のいずれかに記載の電気光学装置において、

前記エレクトロルミネッセンス素子の発光層は有機高分子材料から構成されていること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項 21】請求項 6 記載の電気光学装置において、

前記液晶素子の液晶としてねじれ角 180 度以上のスーパーツイストネマティック液晶が用いられること、

を特徴とする電気光学装置。

【請求項 22】請求項 1 乃至 21 のいずれかに記載の電気光学装置を表示部として備えた電子機器。

【請求項 23】複数の種類の電気光学素子を備えた電気光学装置の駆動方法であって、

前記複数の種類の電気光学素子の使用条件を所定の物理量の測定結果に基づいて設定すること、を特徴とする電気光学装置の駆動方法。

【請求項 24】請求項 23 に記載の電気光学装置の駆動方法において、

前記複数の種類の電気光学素子は、発光素子と液晶素子であること、

を特徴とする電気光学装置の駆動方法。

【請求項 25】複数の種類の電気光学素子を備えた電子機器の駆動方法であって、

所定の物理量を測定する第 1 のステップと、

前記所定の物理量の前記第 1 のステップにおいて得られた測定結果に基づいて、前記複数の種類の電気光学素子の使用条件を設定する第 2 のステップと、を含むこと、

を特徴とする電気光学装置の駆動方法。

【請求項 26】請求項 22 の電子機器において、

光量を測定する手段を備えたこと、

を特徴とする電子機器。

【請求項 27】請求項 26 に記載の電子機器において、

さらに、前記手段によって測定された光量に基づいて、前記液晶素子及び前記有機エレクトロルミネッセンス素子のそれぞれの使用条件を設定するための信号を前記電気光学装置に供給する手段を備えたこと、

を特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表示装置に好適な電気光学装置、電子機器、及び電子機器の駆動方法に関する。

【背景技術】

液晶表示装置や有機エレクトロルミネッセンス表示装置などの表示装置が携帯電話などの携帯用機器に搭載されるようになってきている。

【発明が解決しようとする課題】

現在、携帯電話を端末する画像や動画コンテンツの配信サービスが開始されるにいたり、携帯電話の表示装置に対して、低消費電力化や長寿命化はもちろんのこと、多階調表示機能、高画質、及び優れた視認性まで要求されるようになってきている。そこで、本発明の目的は、上記のこれらの要求に対応する、表示装置に好適な電気光学装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の電気光学装置は、1 画素内にエレクトロルミネッセンス素子と、液晶素子と、を含んでいる。エレクトロルミネッセンス素子の特徴は、例えば、電気信号に対する応答が速いため、動画表示に適していることであり、一方、液晶素子の特徴は、例えば、低電力で液晶の配向制御を行うことができるため、低消費電力化が容易であるということである。したがって、画素内にエレクトロルミネッセンス素子及び液晶素子を配置することにより、低消費電力で、しかも優れた動画表示機能を有する表示装置に好適な電気光学装置が得られる。なお、係る電気光学装置においては、必要に応じてエレクトロルミネッセンス素子を液晶素子のバックライトとしても利用することができる。

本発明の第 2 の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、スイッチング素子をさらに含むこと、を特徴とする。係る電気光学装置は、エレクトロルミネッセンス素子または液晶素子を制御するのに適した構成を有している。ここで、スイッチング素子は、エレクトロルミネッセ

ンス素子及び液晶素子と共に1画素内に配置されることが好ましいが、電気光学装置のいずれかの部分に備えられていても良い。なお、スイッチング素子として、例えば、低温多結晶シリコン薄膜トランジスタ、高温多結晶シリコン薄膜トランジスタ、非晶質シリコン薄膜トランジスタ、薄膜ダイオード、またはシリコンベースのトランジスタを用いることができる。

本発明の第3の電気光学装置は、スイッチング素子を含む層の上方に、エレクトロルミネッセンス素子を含む層及び液晶素子を含む層が配置されていること、を特徴とする。なお、スイッチング素子として、例えば、低温多結晶シリコン薄膜トランジスタ、高温多結晶シリコン薄膜トランジスタ、非晶質シリコン薄膜トランジスタ、薄膜ダイオード、またはシリコンベースのトランジスタを用いることができる。

本発明の第4の電気光学装置は、本発明の第3の電気光学装置において、前記エレクトロルミネッセンス素子を含む層の上方に前記液晶素子を含む層が配置されていること、を特徴とする。

本発明の第3及び4の電気光学装置は、エレクトロルミネッセンス素子及び液晶素子を備え、かつ、電気光学装置薄型に適した構成を有している。

本発明の第5の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記スイッチング素子は前記エレクトロルミネッセンス素子及び前記液晶素子のうち少なくともいずれかを制御する機能を有すること、を特徴とする。係る電気光学装置において、スイッチング素子によりエレクトロルミネッセンス素子または液晶素子の輝度の調節をすることが可能である。

本発明の第6の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記液晶素子は反射型液晶素子としての機能を有すること、を特徴とする。係る電気光学装置はバックライトなどの光源を設ける必要が特にはないので、低消費電力で動作させることができる。

本発明の第7の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、暗所では、少なくとも前記エレクトロルミネッセンス素子の輝度が制御され、明所では、少なくとも前記液晶素子の輝度が制御されること、を特徴とする。係る電気光学装置は、明所における視認性に優れ、かつ低消費電力化にも対応している。

本発明の第8の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記エレクトロルミネッセンス素子の一方の電極と、前記液晶素子の一方の電極と、が共用されていること、を特徴とする。

本発明の第9の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記エレクトロルミネッセンス素子の一方の電極と、前記液晶素子の反射板と、が共用されていること、を特徴とする。

本発明の第8及び第9の電気光学装置において、エレクトロルミネッセンス素子用の電極の

うち少なくとも1つの電極は、液晶表示素子用の電極または反射板と共用されているので、本発明の第8及び第9の電気光学装置は、薄型の電気光学装置に適した構成を有している。また、光の透過する層が少ないため、十分な光の利用効率も確保することができる。さらに、係る電気光学装置の製造では、製造の工程数を低減することも可能となる。

本発明の第10の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記スイッチング素子はオン状態及びオフ状態のうちいずれかの状態に制御されること、を特徴とする。係る電気光学装置において、D/Aコンバーターをあえて備える必要はなく、駆動回路はデジタルだけで良い。また、薄膜トランジスタにより構成される駆動回路の内蔵が可能となる。したがって、係る電気光学装置は、スイッチング素子を動作させる周辺回路の占有面積の低減に適した構成を有している。

本発明の第11の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、

前記画素は副画素を含み、前記副画素は、エレクトロルミネッセンス素子、液晶素子及びスイッチング素子を含むこと、を特徴とする。係る電気光学装置においては、副画素に含まれるエレクトロルミネッセンス素子または液晶素子の輝度を制御できるので、係る電気光学装置は多階調表示が可能な構成を有している。

本発明の第12の電気光学装置は、本発明の第11の電気光学装置において、前記スイッチング素子はオン状態及びオフ状態のうちいずれかの状態に制御されること、を特徴とする。

係る電気光学装置においては、D/Aコンバーターをあえて備える必要はなくなる。また、薄膜トランジスタにより構成される駆動回路の内蔵が可能となる。したがって、係る電気光学装置は、スイッチング素子を動作させる周辺回路の占有面積の低減に適した構成を有している。さらに、エレクトロルミネッセンス素子または液晶素子の輝度を制御することにより多階調表示を行うのに適した構成を有している。

本発明の第13の電気光学装置は、本発明の第12の電気光学装置において、階調は、画素の平均輝度の関数として設定されていること、を特徴とする。つまり、係る電気光学装置は、副画素に含まれるエレクトロルミネッセンス素子または液晶素子の輝度を2値制御し、画素毎に平均することで、階調表示を行う電気光学装置である。したがって、個々の素子のばらつきがあっても優れた画質均一性を得ることが可能である。

本発明の第14の電気光学装置は、上記の本発明の第1または第2の電気光学装置において、前記画素ごとにスタティックランダムアクセスメモリを備えること、を特徴とする。

本発明の第15の電気光学装置は、本発明の第11乃至13のいずれかの電気光学装置にお

いて、前記副画素ごとに、スタティックランダムアクセスメモリを備えること、を特徴とする。

本発明の第 14 及び第 15 の電気光学装置は、スタティックランダムアクセスメモリを有しているため、データの書き換え時に走査動作を行えばよいので、走査周波数の低減や走査間引きなどを可能とすることができる。したがって、係る電気光学装置は低消費電力化や長寿命化に対して適した構成を有している。

本発明の第 16 の電気光学装置は、上記の本発明の第 14 または 15 に記載の電気光学装置において、表示データの書き換え時に走査の動作が行われること、を特徴とする。係る電気光学装置は、低消費電力化に好適な機能を有している。

本発明の第 17 の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記スイッチング素子は薄膜トランジスタから構成されていること、を特徴とする。

本発明の第 18 の電気光学装置は、本発明の第 17 に記載の電気光学装置において、前記薄膜トランジスタには、摂氏 600 度以下の低温プロセスにより製造された多結晶シリコン薄膜トランジスタが用いられること、を特徴とする。低温プロセスにより、多結晶シリコン薄膜トランジスタを、例えば、耐熱性に劣るガラスを含む基板上にも設けることができるので、係る電気光学装置の製造コストを低減できる。さらに、プロセス温度がさらに低い場合、プラスチック基板などの柔軟性に富む基板上に電気光学装置を配置することができる。従って、係る電気光学装置を柔軟性に富むものとしてすることができる。

本発明の第 19 の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記エレクトロルミネッセンス素子の発光層は有機材料から構成されていること、を特徴とする。発光層を構成する有機材料を適宜選択することにより、フルカラー表示をすることができる。

本発明の第 20 の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記エレクトロルミネッセンス素子の発光層は有機高分子材料から構成されていること、を特徴とする。有機高分子材料からなる発光層を有するエレクトロルミネッセンス素子は低電力で駆動させることができるので、係る電気光学装置は電気光学装置の低消費電力化に適した構成を有している。なお、本発明の第 19 及び第 20 の電気光学装置の発光層を形成する際は、蒸着法などの気相プロセスの他、スピンコート、ロールコート、及びインクジェットなどの液相プロセスも利用できる。

本発明の第 21 の電気光学装置は、上記の電気光学装置において、前記液晶素子の液晶としてねじれ角 180 度以上のスーパーツイストネマティック液晶が用いられること、を特徴とする。係る電気光学装置においては、低電圧で液晶素子を駆動することが可能であるため、電気光学装

置の消費電力を低減することができる。

本発明に係る電子機器は、上記の電気光学装置を表示部として備えている。

本発明の電気光学装置の駆動方法は、複数の種類の電気光学素子を備えた電気光学装置の駆動方法であって、前記複数の種類の電気光学素子の使用条件を所定の物理量の測定結果に基づいて設定すること、を特徴とする。ここで、「電気光学素子の使用条件を所定の物理量の測定結果に基づいて設定する」とは、例えば、電気光学装置の使用される温度、外光の光量、電気光学素子の輝度、電気光学素子の抵抗値などの測定結果に応じて、例えば、複数の種類の電気光学素子のうち適した電気光学素子の組み合わせや使用する電気光学素子の個数を選択すること、あるいは電気光学素子に供給する電力の基準となる電源の電位を調整することを意味している。

電気光学装置を、例えば携帯用電子機器の表示装置として用いる場合は、視認性と同時に低消費電力であることが要求される場合がある。そのような場合、測定した外光の光量と、電気光学素子の種類による消費電力に基づいて、適した電気光学素子の組み合わせを選択することにより、視認性に加えて低消費電力という条件も満たすこともできる。

上記の電気光学装置の駆動方法において、前記複数の種類の電気光学素子として、発光素子と液晶素子を使用することができる。

上記の電気光学装置の駆動方法は、発光素子や液晶素子などの複数の種類の電気光学素子が一案内に配置された電気光学装置の駆動方法としても有用である。

本発明の電子機器の駆動方法は、複数の種類の電気光学素子を備えた電子機器の駆動方法であって、所定の物理量を測定する第1のステップと、前記第1のステップにおいて得られた測定結果に基づいて、前記複数の種類の電気光学素子の使用条件を設定する第2のステップと、を含むこと、を特徴とする。所定の物理量の例としては、上述のように温度、外光の光量、電気光学素子の輝度、または電気光学素子の抵抗値などが挙げられる。

ここで、「使用条件を設定する」とは、例えば、電子機器の使用環境、液晶素子または発光素子などの使用時間の増大等による電気光学素子劣化の程度に応じて、液晶素子及び発光素子の使用条件を設定するということである。具体的には、液晶素子及び発光素子のうち、適切な電気光学素子の組み合わせや、使用する電気光学素子の種類などを選択することが挙げられる。また、この電気光学装置を表示装置として使用する場合は、表示装置の一部を他方の電気光学素子を用いて表示することも可能である。

上記の電子機器において、光量を測定する手段を設けることにより、外光の量や電気光学素子



の輝度を測定することができる。さらに、液晶素子や有機エレクトロルミネッセンス素子など電気光学素子の使用条件を設定するための信号を前記電気光学装置に供給する手段を設けることにより、光量の測定結果に基づいて電気光学素子の使用条件を設定することができる。

また、ここで「光量」が、電気光学装置の置かれた環境における外光の光量である場合は、電気光学装置の使用環境、例えば、暗所か明所かを考慮して電気光学素子の使用形態を設定することができる。

「光量」が、電気光学素子の輝度に対応する場合は、電気光学素子の劣化の程度を測定することになり、電気光学素子の劣化の程度に応じて電気光学素子の使用形態を設定することができる。これにより、例えば、電気光学素子に供給する電力を所定の輝度となるように調整することも可能となる。

上記の電子機器において、さらに、前記手段によって測定された光量に基づいて、前記液晶素子及び前記有機エレクトロルミネッセンス素子のそれぞれの使用形態を設定するための信号を前記電気光学装置に供給する手段を備えたているを特徴とする。

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。

図1は、本発明の実施の形態に係る電気光学装置の断面図である。スイッチング素子として薄膜トランジスタと、エレクトロルミネッセンス素子として有機エレクトロルミネッセンス素子と、液晶素子として反射型液晶素子とを備えている。薄膜トランジスタは、多結晶シリコンからなる半導体層12内に、形成されたソース領域およびドレイン領域15、ゲート絶縁膜13、ゲート電極14、第1層間絶縁膜16ソース電極およびドレイン電極17を含んでいる。有機エレクトロルミネッセンス素子は下層電極21、発光層22、画素電極23から構成されている。反射型液晶素子は下層電極21、画素電極23、液晶31、対向電極32、カラーフィルタ33、及び偏光板35から構成されている。画素電極23は有機エレクトロルミネッセンス素子及び液晶素子の画素電極として共用されており、下層電極21が金属など光反射効率の高い材料から構成されている場合は、下層電極21は液晶素子の反射板として機能する。係る構成を有する電気光学装置においては、有機エレクトロルミネッセンス表示素子からの発光は無偏光であるため、その発光が液晶素子によって変調されることはなく、有機エレクトロルミネッセンス素子からの発光は、偏光板35の側から視認することができる。さらに、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光色と、カラーフィ

ルタ 33 の光透過色とを一致させておけば、カラーフィルタにより光利用効率が低下することはない。

係る電気光学装置の構成によれば、必要に応じて有機エレクトロルミネッセンス素子及び反射型液晶素子のそれぞれの有する利点を活用することができる。例えば、係る電気光学装置は、暗所及び明所において、それぞれ、少なくとも有機エレクトロルミネッセンス素子及び反射型液晶素子を用いることができる構成を有しており、これにより、優れた視認性と低消費電力化という両立の困難な性能を併せ持つことができる。すなわち、例えば、明所では、通常、視認性などの点で問題となる有機エレクトロルミネッセンス素子の代わりに反射型液晶素子を動作させて、係る電気光学装置の表示装置としての視認性を向上させる。この時、さらに下層電極 21 には逆方向に電圧を印加することにより、有機エレクトロルミネッセンス素子には電流が供給されず、消費電力も低減できる。

また、係る電気光学装置において、同じ薄膜トランジスタで、有機エレクトロルミネッセンス素子と反射型液晶素子とを駆動することができるので、それぞれの素子に対して薄膜トランジスタを設ける場合に比べて、コスト面でも利点を有している。また、薄膜トランジスタは、有機エレクトロルミネッセンス素子及び反射型液晶素子の下層に配置されるので、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光面積あるいは反射型液晶素子の開口率を低下させることはなく、さらに、薄膜トランジスタは、有機エレクトロルミネッセンス素子および液晶素子の下層に形成されるので、スタティックランダムアクセスメモリのような複雑な回路を配置することができる。

なお、液晶の配向性をより向上させるために、画素電極 23 上には、配向膜を介して液晶 31 を配置することも可能である。液晶の配向方法としては、種々の方法が採用可能であるが、具体的には、例えば、ラビング、斜方蒸着、紫外線照射などの方法が挙げられる。

図 2 は、図 1 に示された構造を有する電気光学装置に係る画素等価回路を示す図であり、複数の走査線 41 および複数の信号線 42 がマトリクス状に配置され、各走査線 41 と各信号線 42 との交点に対応して、薄膜トランジスタ 43、スタティックランダムアクセスメモリ 44、反射型液晶素子 45、有機エレクトロルミネッセンス素子 46 が備えられている。

本実施形態では階調は 2 ビットで表されるので、信号線 42 として低ビットの信号線 421 と高ビットの信号線 422 が配置され、これに対応して、薄膜トランジスタ 43 として低ビットの薄膜トランジスタ 431 と高ビットの薄膜トランジスタ 432 が配置され、スタティックランダムアクセスメモリ 44 として低ビットのスタティックランダムアクセスメモリ 441 と高ビットのスタティ

ックランダムアクセスメモリ 442 が配置されている。さらに、反射型液晶素子 45 として低ビットの反射型液晶素子 451 と高ビットの反射型液晶素子 452 が配置されている。有機エレクトロルミネッセンス素子 46 として低ビットの有機エレクトロルミネッセンス素子 461 と高ビットの有機エレクトロルミネッセンス素子 462 が配置されている。

走査線 41 に選択パルスが印加されている間に、信号線 42 に画像信号が印加され、薄膜トランジスタ 43 を通じて、スタティックランダムアクセスメモリ 44 に保持される。反射型液晶素子 45 への電圧印加により、光反射が制御される。また、有機エレクトロルミネッセンス素子 46 への電流供給により、発光が制御される。本実施形態の電気光学装置は画像信号を保持することができるスタティックランダムアクセスメモリ 44 を備えているので、一定周期で走査を行う必要がなく、画像表示を変更する際にのみ、走査を行えば良い。したがって、係る電気光学装置は消費電力の低減に適した構成を有している。

また、係る電気光学装置は、この薄膜トランジスタのオン状態及びオフ状態のいずれかを選択する、デジタル（2 値）駆動方式による階調表示に適した構成を有している。例えば、反射型液晶素子の輝度を輝度 0 と輝度 1 とし、同様に有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度も輝度 0 と輝度 1 とすれば、輝度 1 の状態あるいは輝度 0 の状態にある有機エレクトロルミネッセンス素子及び反射型液晶素子の合計の占有面積は階調に対応することになる。このような階調方式は、通常、面積階調方式と呼ばれている（M. Kimura, et al, Proc. Euro Display '99 Late-News Papers (1999) 71、M. Kimura, et al, Proc. IDW '99 (1999) 171、M. Kimura, et al, Dig. AM-LCD 2000 (2000) 245、M. Kimura, et al, to be published in J. SID 8 (2000) 1、特開平 09-090345、特開平 10-088931、特開平 09-233107、特願平 11-305740）。

係る電気光学装置では、低ビットの反射型液晶素子 451 と高ビットの反射型液晶素子 452 の面積比は 1:2 になっている。光反射量は光反射面積に比例するので、光反射量も 1:2 であり、4 階調が得られる。低ビットの有機エレクトロルミネッセンス素子 461 と高ビットの有機エレクトロルミネッセンス素子 462 の面積比は 1:2 になっている。発光量は発光面積に比例するので、発光量も 1:2 であり、4 階調が得られる。なお、3 ビット以上の階調に対しても、本発明の思想は有効である。

なお、本実施形態では、CMOS インバータ型のスタティックランダムアクセスメモリ 44 が用いられているが、デプレッション負荷型、高抵抗多結晶シリコン負荷型など、いかなるスタティックランダムアクセスメモリ 44 が用いられても、本発明の思想は有効である。

反射型液晶素子の液晶材料としては、種々の液晶性化合物を用いることができるが、例えば、ねじれ角 180 度以上のスーパーツイストネマティック液晶が用いることができる。ねじれ角 180 度以上のスーパーツイストネマティック液晶を含む反射型液晶素子は、低電圧駆動が可能であるという利点を有している。また、本実施形態では、反射型液晶表示素子の液晶材料として、また、スタティックランダムアクセスメモリにより定常駆動されるので、応答速度もそれほど遅くならない。

有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層としては種々の電界発光材料を用いることができるが、例えば、パラフェニレンビニレン及びその誘導体などの有機高分子を用いることができる。有機高分子を発光層とする有機エレクトロルミネッセンス素子は低電力で駆動することができるため、電気光学装置の消費電力を低減することができる。

本実施形態ではスイッチング素子として、薄膜トランジスタを用いているが、要求される性能に応じて、例えば、薄膜ダイオードも用いることができる。

図 3 は、本発明に係る実施形態のスイッチング素子として用いられる薄膜トランジスタを低温プロセスを用いて製造する工程を示す図である。具体的には、まず、アレイ基板 11 上に、 $\text{SiH}_4$  を用いた PECVD や、 $\text{Si}_2\text{H}_6$  を用いた LPCVD により、アモルファスシリコンを成膜する。エキシマレーザー等のレーザー照射や、固相成長により、アモルファスシリコンは再結晶化させ、多結晶シリコン 12 を形成する（図 3(a)）。多結晶シリコン 12 をパターニングした後、ゲート絶縁膜 13 を成膜する。成膜およびパターニングによりゲート電極 14 を形成する（図 3(b)）。リンやボロンなどの不純物をゲート電極を用いて自己整合的に多結晶シリコン 12 に打ち込み、CMOS 構造のソース領域およびドレイン領域 15 を形成する。第 1 層間絶縁膜 16 を成膜し、コンタクトホールを開孔し、成膜およびパターニングによりソース電極およびドレイン電極 17 を形成する（図 3(c)）。

なお、図 3 には示されていないが、摂氏 600 度以下のいわゆる低温プロセスを用いることにより、スタティックランダムアクセスメモリとして用いられる薄膜トランジスタもスイッチング素子用の薄膜トランジスタと合わせて、ガラス基板上に形成する。

図 4 は、本発明の実施例の有機エレクトロルミネッセンス素子と反射型液晶素子の製造工程を示す図である。第 2 層間絶縁膜 18 を成膜し、下層電極 21 を成膜後、パターニングして形成する。発光層 22 を、スピンコート (T. Shimoda, M. Kimura, et al, Proc. Asia Display '98, 217(1998))、スキージ塗り、インクジェットプロセス (T. Shimoda, S. Seki, et al, Dig. SID '99 (1999) 376、

S. Kanbe, et al, Proc. Euro Display '99 Late-News Papers (1999) 85) などの液相プロセスや、スパッタ、蒸着などの真空プロセスにより、成膜する。コンタクトホールを開孔し、画素電極 23 を成膜後、パターニングすることにより形成する (図 4(a))。その後、通常の工程により、反射型液晶素子を形成する (電子ディスプレイフォーラム 98 講演集 セッション 4 モバイルの主演を担うカラー液晶ディスプレイ)。

なお、シフトレジスタ、走査線ドライバー、信号線ドライバー、あるいは CPU などの周辺回路は、以上の工程が終了後、配置することができるが、スイッチング素子やスタティックランダムアクセスメモリを形成する際に、シフトレジスタ、走査線ドライバー、信号線ドライバー、あるいは CPU などの周辺回路もガラス基板上に一体形成することもできる。

つぎに、上記の電気光学装置を適用した電子機器のいくつかの事例について説明する。図 5 は前述の電気光学装置を適用したモバイル型のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。この図において、パーソナルコンピュータ 1100 は、キーボード 1102 を備えた本体部 1104 と、表示ユニット 1106 とにより構成され、この表示ユニット 1106 が前述の電気光学装置 100 を備えている。

図 6 は前述の電気光学装置 100 をその表示部に適用した携帯電話機の構成を示す斜視図である。この図において、携帯電話機 1200 は、複数の操作ボタン 1202 のほか、受話口 1204、送話口 1206 とともに、前述の電気光学装置 100 を備えている。

図 7 は前述の電気光学装置 100 を、そのファインダに適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。なお、この図には外部機器との接続についても簡易的に示している。ここで通常のカメラは、被写体の光像によりフィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ 1300 は、被写体の光像を CCD (Charge Coupled Device) などの撮像素子により光電変換して撮像信号を生成する。デジタルスチルカメラ 1300 におけるケース 1302 の背面には、前述の電気光学装置 100 が設けられ、CCD による撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、電気光学装置 100 は被写体を表示するファインダとして機能する。また、ケース 1302 の観察側 (図においては裏面側) には、光学レンズや CCD などを含んだ受光ユニット 1304 が設けられている。

撮影者が電気光学装置 100 に表示された被写体像を確認しシャッターボタン 1306 を押下すると、その時点における CCD の撮像信号が、回路基板 1308 のメモリに転送・格納される。また、このデジタルスチルカメラ 1300 にあっては、ケース 1302 の側面に、ビデオ信号

出力端子1312と、データ通信用の入出力端子1314とが設けられている。そして、図に示されるように、前者のビデオ信号出力端子1312にはテレビモニタ1430が、また、後者のデータ通信用の入出力端子1314にはパーソナルコンピュータ1440が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により回路基板1308のメモリに格納された撮像信号が、テレビモニタ1430や、パーソナルコンピュータ1440に出力される構成になっている。

なお、本発明の電気光学装置100が適用される電子機器としては、図5のパーソナルコンピュータや、図6の携帯電話、図7のデジタルステルカメラの他にも、テレビや、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた機器等などが挙げられる。そして、これらの各種電子機器の表示部として、前述した電気光学装置100が適用可能なのは言うまでもない。なお、電気光学装置100に用いられる電気光学素子としては、例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子、無機エレクトロルミネッセンス素子、反射型液晶素子、透過型液晶素子、電気泳動素子、及び電子放出素子などが挙げられる。

図8は、本発明の実施の形態に係る電子機器を示す図である。この電子機器は、電気光学装置を、表示部51及び光量測定装置52を備えている。表示部51に用いられる電気光学素子としては、例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子、無機エレクトロルミネッセンス素子、反射型液晶素子、透過型液晶素子、電気泳動素子、及び電子放出素子などから用途や要求される性能等に応じて適宜選択することができる。消費電力及び視認性を両立するためには、有機エレクトロルミネッセンス素子と反射型液晶素子という複数の電気光学素子を用いることが好ましい。

なお、光量測定装置52とは光量の測定が可能であれば、いかなる材料、構造、または方式のものであっても良い。代表的なものとしては、例えば、CMOSイメージセンサー、CCD、またはフォトダイオードなどが挙げられる。

次に、図9を用いて、図8に示した電子機器における電気光学素子の使用形態の設定方法について述べる。基本的には、光量測定装置52を用いて測定された外光の光量が適宜設定された所定の値よりも大きい小さいかで、電気光学素子の使用形態を設定するというものである。

図1に示した電気光学装置を図8に示した電子機器の表示部51として使用した例を挙げて具体的に説明すれば、外光の光量の測定の結果、暗所であれば、有機エレクトロルミネッセンス素子を動作させ、明所であれば、反射型液晶素子を動作させる。具体的には、有機エレクトロルミネッセンス素子を動作させるときは、図1に示した下部電極21に、有機エレクトロルミネッ

センス素子が順方向電圧となるような電圧を印加する。例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子が、画素電極 23 から下部電極 21 へと電流を流すようなダイオード特性を持つときには、下部電極 21 に、画素電極 23 より低い電圧を印加する。逆の場合は、下部電極 21 に、画素電極 23 より高い電圧を印加する。このとき、反射型液晶素子も応答するが、有機エレクトロルミネッセンス素子からの発光は無偏光なので、発光が変調されることはない。

また、反射型液晶素子を動作させるときは、下部電極 21 に、有機エレクトロルミネッセンス素子が逆方向電圧となるような電圧を印加する。例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子が、画素電極 23 から下部電極 21 へと電流を流すようなダイオード特性を持つときには、下部電極 21 に、画素電極 23 より高い電圧を印加する。逆の場合は、下部電極 21 に、画素電極 23 より低い電圧を印加する。逆方向電圧であれば、電流は流れず、発光はせず、消費電力が無駄に増加することはない。

なお、図 8 に示した電子機器では、外光の光量によって電気光学素子の使用形態が設定されるが、例えば、電気光学素子の劣化状況、あるいはバッテリーの残量等を測定した結果に基づいて電気光学素子の使用形態を設定することもできるし、切替え用スイッチボタンなどによって使用者自身でも電気光学素子の使用形態を設定することができる。

また、電気光学素子の駆動方法は、要求される消費電力、表示パネルのサイズ、表示品位、及び製造コストなどに応じて、アクティブ駆動方法及びパッシブ駆動方法のうち適切な方法を選択することができる。

電気光学素子の階調方式としては、種々の階調方式が採用可能である。例えば、上述の面積階調方式以外にも、電気光学素子に供給する電流または印加する電圧をアナログ的に制御することにより階調を得る方式や、電気光学素子のオン状態にある期間を制御して階調を得る、いわゆる時間階調方式などが採用可能である。なお、面積階調方式を採用する場合は、スタティックランダムアクセスメモリを使用することにより消費電力を低減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施形態の電気光学装置の断面図。

##### 【図 2】

本発明の実施形態の電気光学装置の画素等価回路図。

【図3】

本発明の実施形態の薄膜トランジスタの製造工程を示す図。

【図4】

本発明の実施例の有機エレクトロルミネッセンス素子と反射型液晶素子の製造工程を示す図。

【図5】

本発明に係る電気光学装置が実装されたモバイル型のパーソナルコンピュータに適用した場合の一例を示す図である。

【図6】

本発明に係る電気光学装置が実装された携帯電話機の一例を示す図である。

【図7】

本発明に係る電気光学装置がファインダ部分に適用されたデジタルスチルカメラの一例を示す図である。

【図8】

本発明の実施の形態に係る電子機器を示す図。

【図9】

本発明の実施の形態に係る電子機器の動作を示す図。

【符号の説明】

- 11 アレイ基板
- 12 多結晶シリコン
- 13 ゲート絶縁膜
- 14 ゲート電極
- 15 ソース領域およびドレイン領域
- 16 第1層間絶縁膜
- 17 ソース電極およびドレイン電極
- 18 第2層間絶縁膜
- 21 下層電極
- 22 発光層
- 23 画素電極
- 31 液晶



- 3 2 対向電極
- 3 3 カラーフィルタ
- 3 4 対向基板
- 3 5 偏光板
- 4 1 走査線
- 4 2 信号線
  - 4 2 1 低ビットの信号線
  - 4 2 2 高ビットの信号線
- 4 3 薄膜トランジスタ
  - 4 3 1 低ビットの薄膜トランジスタ
  - 4 3 2 高ビットの薄膜トランジスタ
- 4 4 スタティックランダムアクセスメモリ
  - 4 4 1 低ビットのスタティックランダムアクセスメモリ
  - 4 4 2 高ビットのスタティックランダムアクセスメモリ
- 4 5 反射型液晶表示素子
  - 4 5 1 低ビットの副反射型液晶表示素子
  - 4 5 2 高ビットの副反射型液晶表示素子
- 4 6 有機エレクトロルミネッセンス表示素子
  - 4 6 1 低ビットの副有機エレクトロルミネッセンス表示素子
  - 4 6 2 高ビットの副有機エレクトロルミネッセンス表示素子
- 5 1 表示部
- 5 2 光量測定装置

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 有機エレクトロルミネッセンス表示装置の、明所における視認性の悪さ、また、その視認性を向上させるために輝度を増加させようとしたときの、消費電力の増加の問題を解決する。

【解決手段】 薄膜トランジスタにより、暗所では、有機エレクトロルミネッセンス表示素子の発光量が制御され、明所では、液晶表示素子の光透過量が制御される。面積階調方式を用い、副画素ごとに、スタティックランダムアクセスメモリを備える。薄膜トランジスタに、低温多結晶シリコン薄膜トランジスタが用いられ、有機エレクトロルミネッセンス表示素子に、発光ポリマーが用いられ、反射型液晶表示素子に、スーパーツイストネマティック液晶が用いられる。

【選択図】 図1